

Aus der Städtischen Kinderklinik Charlottenburg
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Heinrich Wiesener

Untersuchungen zum Einfluß von
Stutenmilch auf die Harnosmolarität
junger Säuglinge

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Jens Blümel
aus Breslau

1968

Aus der Städtischen Kinderklinik Charlottenburg
Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Heinrich Wiesener

Untersuchungen zum Einfluß von
Stutenmilch auf die Harnosmolarität
junger Säuglinge

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Jens Blümel
aus Breslau

Dekan: Prof. Dr. med. Hans Wolfgang S p i e r

Referent: Prof. Dr. med. Heinrich W i e s e n e r

Korreferenten: Prof. Dr. med. Adalbert L o e s c h k e

Prof. Dr. med. Hans - Joachim D u l c e



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 14. Mai 1968

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549005_0101

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	3
Literaturübersicht	7
Eigene Untersuchungen	
1. Methodik	10
2. Ergebnisse	12
Diskussion der Ergebnisse	18
Zusammenfassung	22
Literaturverzeichnis	23

Einleitung

Alle Erfolge mit künstlicher Säuglingsnahrung können nicht darüber hinwegtäuschen, daß uns noch kein gleichwertiger Ersatz für die Frauenmilch zur Verfügung steht. Nur diese ist den "werdenden Funktionen" der Verdauung, des Stoffwechsels und der Niere in vollkommener Weise angepaßt. Zur Beurteilung jeder Ernährung reichen klinische Gesichtspunkte wie Gewichtszunahme und Infektoresistenz nicht aus, sondern bei der Gleichwertigkeit der heute zur Verfügung stehenden künstlichen Kuhmilchmischungen können Unterschiede in der Qualität besser durch stoffwechselphysiologische Untersuchungen dargestellt werden.

Bei der künstlichen Säuglingsernährung bedienen wir uns der Kuhmilch. Sie enthält weniger Fett und Kohlenhydrate als die Frauenmilch, ist dagegen durch die dreifache Menge Eiweiß und den drei- bis vierfachen Mineralgehalt gekennzeichnet.

Das Eiweiß der Frauenmilch enthält mehr Albumin (β -Lactoglobulin) als Kasein, während die Kuhmilch eine Kaseinmilch ist. Das Albumin zeichnet sich gegenüber dem Kasein durch einen höheren Gehalt an essentiellen Aminosäuren aus, deren Zufuhr mit der Frauenmilch selbst bei niedrigem Eiweißgehalt genügend gesichert ist. Bei einer $1/2$ Kuhmilch besteht jedoch ein Mangel an Tryptophan und Cystin. Erst mit einer $2/3$ Milch werden mit der gleichen Nahrungsmenge genügend essentielle Aminosäuren zugeführt, mit Ausnahme des Cystin (2).

Bei der Verdauung zeigt die Frauenmilch Vorteile durch feinflockige und weiche Gerinnsel, die sich in einer leichteren fermentativen Spaltung und einer kürzeren Verweildauer im Magen geltend machen. Kuhmilcheiweiß wird erst nach einer Gerinnungsverbesserung durch Kochen, Zusatz eines Schleimes oder Säuerung für den jungen Säugling verdaulich. Mit der Technik des Homogenisierens wird einerseits eine feinere Gerinnung im Magendarmkanal gewährleistet, andererseits eine Aufrahmung des Fettes verhindert.

Ungefähr 50 % des Kalorienbedarfs der frauenmilchernährten Säuglinge wird durch Fett gedeckt, das schon im Magen durch eine milcheigene Lipase verdaut wird. Dies hat eine besondere Bedeutung bei Frühgeborenen und jungen Säuglingen, die nur wenig Magenlipase produzieren und deren Pankreaslipase nur geringe Aktivität besitzt. Das Fett der Frauenmilch hat einen höheren Gehalt an ungesättigten und essentiellen Fettsäuren als das der Kuhmilch, dessen geringe Menge durch die notwendige Verdünnung noch kleiner wird. Das so entstandene Kaloriendefizit muß durch Kohlenhydrate gedeckt werden, die im Übermaß gegeben eine Wasserretention begünstigen.

Der Wassergehalt des Säuglings beträgt 70-80 % des Körpergewichts. Ungefähr 50 % entfallen auf den extrazellulären Flüssigkeitsraum und können für einen schnellen Wasserwechsel mobilisiert werden. Dieser ist infolge des hohen Energieumsatzes des Säuglings und der geringen Nierenleistung sehr groß. Der tägliche Wasserverlust beträgt mit dem Stuhl 25-40 ml, durch die Perspiratio insensibilis (Haut und Lunge) 50-300 ml und durch die Nieren 200-500 ml. Hieraus berechnet sich der tägliche Flüssigkeitsbedarf, der bei Neugeborenen 90 ml/kg, am Ende des ersten Trimenon 150 ml/kg Körpergewicht beträgt. Dies bedeutet, daß täglich ungefähr 50 % der extrazellulären Flüssigkeit ausgetauscht werden, und es erklärt die hohe Empfindlichkeit des Säuglings gegenüber vermehrtem Wasserverlust. Der junge Säugling benötigt im Vergleich zu Erwachsenen zur Ausscheidung einer bestimmten Menge gelöster Substanzen die doppelte Flüssigkeitsmenge, so daß bei der Überschreitung der Konzentrationsfähigkeit schnell ein Wasserverlust infolge vermehrter Flüssigkeitsausscheidung eintritt. Dies gilt es, bei einer künstlichen Ernährung besonders zu berücksichtigen. Mit 100 ml Milch werden 87 ml Wasser zugeführt. Im Stoffwechsel entstehen durch Oxydation bei der Frauenmilch ungefähr 9 ml Wasser. Dieser Anteil ist durch den größeren Fettgehalt etwas höher als bei der Kuhmilch, die wegen des größeren Eiweißgehaltes vermehrt Wasser zu Verbrennung benötigt und mehr harnpflichtige Substanzen liefert. Zwar wird eine 2/3 Milch von einem gesunden Säugling komplikationslos vertragen, doch konnten

DROESE und STOLLEY (18) bei Säuglingen, die $\frac{4}{5}$ Milch erhielten, eine hyperchlorämische Acidose mit Erhöhung des Rest - N und Verminderung der Alkalireserve beobachten. Die Art der Säuglingsnahrung hat also feste Beziehungen zur Nierenfunktion.

Von den natürlich vorkommenden Milcharten gleichen, mit Ausnahme des Fettgehaltes, hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung (Eiweiß, Milchzucker) vor allem die Esel- und die Stutenmilch der Frauenmilch.

	Eiweiß	Kasein/ Alb.	Milch- zucker	Fett	Asche
Frauen- milch	1,2	0,4/0,8	7,0	4,50	0,2
Stuten- milch	2,0	0,7/1,3	7,3	0,45	0,3
Kuhmilch	3,3	2,8/0,5	4,0	3,50	0,7

Wie die Frauenmilch ist die Stutenmilch eine Albuminmilch. Der Kohlenhydratgehalt ist gleich groß, bemerkenswert ist der geringe Aschegehalt, auch ist das Verhältnis Anionen/Kationen annähernd gleich, während bei der Kuhmilch die sauren Valenzen, besonders die Phosphate überwiegen.

Aus der Ilias, durch Herodod und Hesiod ist uns die Verwendung von Stutenmilch als menschliche Nahrung bekannt. Heute wird noch in Südrußland auf Pferdefarmen Stutenmilch zur Kumyssbereitung gewonnen. FREUDENBERG (24) und KALLIALA (32) sowie WIESENER (52,53) berichten über die Verwendung unveränderter und fettangereicherter Stutenmilch als Säuglingsnahrung.

Der geringe Fettgehalt der Stutenmilch macht einen Zusatz von Fett notwendig. In unseren Versuchen wurde ein Fettgemisch (Lipomatan) benutzt, das zu 74 % Lipide, davon die Hälfte als Linolsäure enthält. Bei einem Zusatz von 5 % beträgt der Fettgehalt der gefütterten Milch 4,2 %.

In dieser Arbeit soll untersucht werden, inwieweit sich der gegenüber der Frauenmilch höhere Eiweiß- und Elektrolytgehalt auf die Konzentrationsarbeit der Nieren auswirkt. Dies wird durch die Konzentration der osmotisch wirksamen Substanzen im Harn bestimmt, wobei $6,023 \cdot 10^{23}$ Moleküle ein Osmol = 1000 Milliosmol sind. Auch die Volumenregulation wird zu betrachten sein.

Wenn auch der Vergleich mit der Frauenmilch besonders wichtig erschien, so wurde darüber hinaus wegen der weiten Verbreitung von Kuhmilchzubereitungen auf 2/3-Milchbasis Vergleichsuntersuchungen mit dieser vorgenommen.

Literaturübersicht

Messungen der Konzentration (Osmolarität) im Harn von Säuglingen nach starkem Wasserverlust haben einen graduellen Anstieg während der ersten Lebenswochen ergeben. Erwachsenenwerte werden erst nach einigen Monaten erreicht. Sowohl die noch begrenzte Funktion der Glomeruli und Tubuli, als auch die geringe Länge der Henleschen Schleifen sowie Art und Menge der Elektrolyte der Nahrung nehmen Einfluß auf die Größe der Konzentration. Die glomeruläre Filtrationsrate (GFR) beträgt beim jungen Säugling 30-40 % der Erwachsenenrate, die Clearancewerte für Inulin (C_{IN}) liegen um 40 % und für PAH (C_{PAH}) bei 20-40 %, die maximale tubuläre Sekretion (Tm_{PAH}) bei 15-40 % (1,4,5,13,25). Die GFR erreicht ab zwanzig, die Clearancewerte ab dreißig Wochen Erwachsenenwerte (51). Von hervorragender Bedeutung für die Konzentration ist die Länge der Henleschen Schleifen (8,44,54), denen das gemäß einem steigenden Gradienten von der Rinde zum Mark hin konzentrierte Natrium entnommen wird (8,9,47,55). Durch ihre geringe Länge nach der Geburt (38) kann noch keine den Erwachsenen gleiche medulläre Natriumkonzentration erreicht werden. Nach SCHMIDT-NIELSEN und ØDELL (44) ist die Harnkonzentration direkt proportional der medullären Dicke der Niere, die von der Länge der Henleschen Schleifen abhängig ist. In diesem Zusammenhang muß auch beachtet werden, daß durch den geringen Elektrolytgehalt der Säuglingsnahrung nicht soviel Natrium zur Verfügung steht wie bei Erwachsenen. Diese Menge wird noch um den zum physiologischen Ansatz reinierten Teil vermindert.

BARNETT und VESTERDAL (7) zeigten, daß der junge Säugling ebenso wie Erwachsene den Harn bis auf 50 mOsm verdünnen kann, aber als maximale Konzentration nur 700 mOsm erreicht, im Gegensatz zu 1400 mOsm bei Erwachsenen. Nach Flüssigkeitszufuhr in vergleichbaren Mengen scheiden Säuglinge nur etwa die Hälfte des Harnvolumens Erwachsener pro Zeiteinheit aus (6,14). Diese Funktion entwickelt sich innerhalb des ersten Monats (3).

Ein geringer Elektrolytgehalt und die Begrenzung der Resorption in den Sammelröhren (Tm^{CH_2O}) bei Anwesenheit von antidiuretischem Hormon (ADH) schränken die Flüssigkeitsausscheidung pro Zeiteinheit ein, besonders da im Gegensatz zu Erwachsenen die GFR mit der Diurese steigt (10,14,16,25). Der Quotient C_{In}/C_{PAH} ist größer als bei Erwachsenen und zeigt, daß die Glomeruli funktionell reifer sind als die Tubuli (51). Dies bedingt, daß ein größerer Prozentsatz des Glomerulusfiltrates konzentriert werden muß.

DE WARDENER und HERKHEIMER (15) sowie EPSTEIN (22) zeigten, daß bei jungen Männern nach einigen Tagen forcierten Trinkens, entsprechend etwa 50 bis 80 % der dem Säugling zugeführten Flüssigkeitsmenge die maximale Konzentration auch nach Dursten und Vasopressininjektionen stark eingeschränkt ist. EPSTEIN (22) schloß daraus, daß auch der Wassergehalt des Gewebes Einfluß auf die Konzentrationsarbeit der Niere nimmt.

Nach HELLER und ZAIMIS (29) weist die Hypophyse des Säuglings etwa ein Fünftel des Erwachsenenwertes an ADH auf, sie hielten diese Menge jedoch für eine starke Konzentration für ausreichend. Daß nach einer Vasopressininjektion nicht soviel Wasser in den Nieren rückresorbiert wird wie bei Erwachsenen, führten sie ebenso wie andere Autoren auf eine relative Unempfindlichkeit der noch unreifen Tubuli gegen ADH zurück (3,50).

RODECK (40) gelang es, die morphologische Unreife des hypothalamo-neurohypophysären Systems nachzuweisen.

Nach der Verfütterung gleichgroßer Mengen organischer und anorganischer Substanzen gleicher Osmolarität an Ratten wird nach GAMBLE (26) stets ein gleichgroßes Harnvolumen von gleicher Osmolarität ausgeschieden. Nach Verfütterung einer isosmolaren Harnstoffmenge sinkt das Volumen. KELLOGG und KOIKE (33) konnten diese Versuche, ebenfalls an Ratten durch den Nachweis konkretisieren, daß die Tm^{CH_2O} nach Zufuhr verschiedener gleichosmolarer Substanzen jeweils gleich groß ist,

nach einer Harnstoffinfusion gleicher Osmolarität jedoch bis zu 50 % höher liegt.

In zahlreichen Versuchen an Tieren, Erwachsenen und Säuglingen (12,17,21,23,28,30,31,37,42) konnte nach Harnstoff- oder Proteinzulagen eine Einschränkung des Harnvolumens, eine höhere Harnosmolarität oder eine größere Tm^{CH_2O} beobachtet werden. Harnstoff wird in der Niere wie Natrium konzentriert und kann so durch eine stärkere Wasserresorption zu einer Erhöhung der Osmolarität und einer Flüssigkeits-einsparung beitragen (8,35,48). Die Resorption erfolgt in den Sammelrohren, wobei noch nicht geklärt ist, ob dies passiv durch Diffusion oder durch einen aktiven Transport stattfindet (8,9,11,34,35,36,48,49,46,39). Da Harnstoff in den proximalen Tubuli zu 50 % aus dem Primärharn resorbiert wird, in den distalen Tubuli aber wieder die Plasamkonzentration erreicht oder überschritten ist, soll der den Sammelrohren entnommene Harnstoff in den Henleschen Schleifen wieder zugesetzt werden (48,49).

EDELMANN und BARNETT (20) kamen zu dem Schluß, daß die oben genannten Einflüsse zwar die Konzentration beschränken, der Konzentrationsmechanismus selbst aber nicht betroffen ist. Die Ansprechbarkeit auf ADH sei nach heutigem Wissen der einzige Aspekt, der für die geringe Konzentrationsfähigkeit junger Säuglinge nicht angeführt werden könne. Vor allem die geringe N-Ausscheidung machen sie für die schwache Konzentrationsfähigkeit verantwortlich. Pro Quadratmeter Körperoberfläche wird zwar bei einer 2/3 Milchnahrung von einem Säugling ungefähr die gleiche Proteinmenge aufgenommen wie von einem Erwachsenen, durch den physiologischen Ansatz bedingt weisen aber Säuglinge nach einer 2/3 Milch nicht ganz die Hälfte, nach Frauenmilch nur ein Viertel der N-Ausscheidung Erwachsener auf.

Eigene Untersuchungen

Methodik

Von insgesamt 38 stoffwechselgesunden Säuglingen im Alter von 10 bis 84 Tagen wurde ein bis zwei Mal in der Woche 24-Stundenurin aufgefangen. Aus pflegerischen Gründen wurden nur Knaben untersucht, die in drei Gruppen geteilt wurden. Die erste Gruppe umfaßte elf Säuglinge im Alter von 10 bis 58 Tagen (35 Werte, Tabelle 2, S.28), die mit Frauenmilch gefüttert wurden, die zweite Gruppe, dreizehn Säuglinge im Alter von 22 bis 85 Tagen (36 Werte, Tabelle 3, S.29), erhielt Stutenmilch mit einem 5%igen Lipomatanzusatz und die vierzehn Säuglinge der dritten Gruppe, im Alter von 32 bis 86 Tagen (40 Werte, Tabelle 4, S.30), erhielten eine 2/3 Milch (19 % Aponti, Schwarzwaldmilch GmbH).

Osmolarität im Harn

Die Osmolarität wurde durch Gefrierpunktserniedrigung im Harn bestimmt. Hierzu benutzten wir ein Kryoskop nach BECK-MANN. Die Erniedrigung des Gefrierpunktes einer Lösung gegenüber der reinen Wassers ist dem osmotischen Druck der Lösung proportional. Dieser wiederum ist proportional der molaren Konzentration der Lösung, in diesem Fall des Harnes. Die Gefrierpunktserniedrigung einer einmolaren Lösung beträgt $1,86^{\circ}\text{C}$. Zur Berechnung der Osmolarität der zu untersuchenden Lösung muß der ermittelte Wert des Gefrierpunktes durch 1,86 dividiert werden. Da durch die Eisausscheidung beim Gefrieren die untersuchte Lösung konzentrierter wird, muß zum Ausgleich 1,25 % von der beobachteten Gefrierpunktserniedrigung abgezogen werden (41). In den Tabellen 2,3 und 4 sind die Mittelwerte von Doppelbestimmungen angegeben. Die Messungen waren mit einer Abweichung von $\pm 6 \text{ mOsm/l}$ reproduzierbar.

Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte durch Berechnung der Korrelation und der Regression, wobei das Alter der Säuglinge die unabhängige Variable x , die Osmolarität und die Harnausscheidung jeweils die abhängige Variable y darstellen. Außerdem wurden die Signifikanzen der Differenzen der Mittelwerte berechnet.

Folgende Formeln wurden zur Berechnung verwandt:

$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$ ist das arithmetische Mittel, die

$$\text{Varianz } s_x^2 = \frac{\sum x^2}{n} - \bar{x}^2.$$

Durch Einsetzen der entsprechenden Werte erhält man die Formel für y .

$s_{xy} = \frac{\sum xy}{n} - \bar{x}\bar{y}$ ist die Kovarianz. Daraus berechnet sich

der Korrelationskoeffizient

$$r_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y} \text{ und der Regressionskoeffizient}$$

bei einer linearen Regression $b_{yx} = \frac{s_{xy}}{s_x^2}$.

$$s_b = \frac{s_y}{s_x} \sqrt{\frac{1 - r^2}{n}} \text{ ist der mittlere Fehler des Regres-}$$

sionskoeffizienten. Die Regressionsgerade wurde gemäß der Gleichung

$$Y = \bar{y} + b_{yx} (x - \bar{x}) \text{ berechnet.}$$

Allgemein ist der mittlere Fehler irgendeiner Differenz gegeben durch die Wurzel aus der Summe der Quadrate der mittleren Fehler von Minuenden und Subtrahenden. Er wurde also

aus der Gleichung $s_D = \sqrt{s^2 \bar{x}_1 + s^2 \bar{x}_2}$ berechnet.

$s \bar{x} = \frac{s}{\sqrt{n}}$ ist der mittlere Fehler des Durchschnittes. Hieraus läßt sich die Signifikanz der Differenz der Mittelwerte berechnen.

$$t = \frac{\bar{y}_1 - \bar{y}_2}{s_D}.$$

Aus dem Wert t läßt sich mittels bereits vorhandener Tabellen als Ausdruck der Signifikanz die Wahrscheinlichkeit P dafür ablesen, daß die Differenz noch als zufällig entstanden gedeutet werden kann.

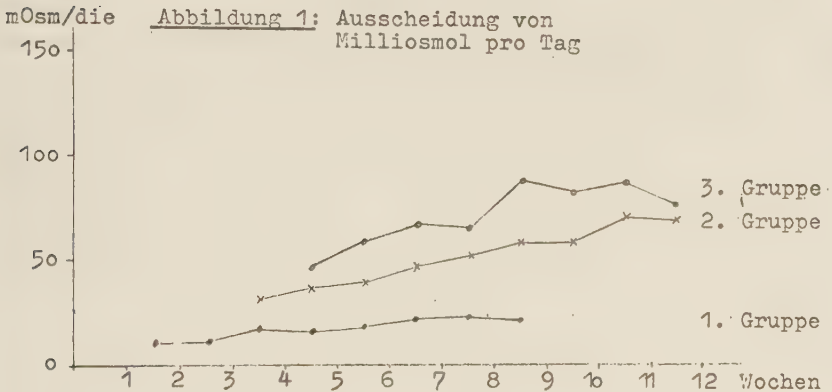
Bei den Ergebnissen handelt es sich um Werte, die vom Alter abhängig sind. Andererseits aber verteilen sich die Säuglinge in den einzelnen Gruppen nicht gleichmäßig auf die einzelnen Altersklassen. Um trotzdem die Werte für die verschiedenen Gruppen miteinander vergleichen zu können, wäre eigentlich eine Umrechnung auf gleichen Altersaufbau mittels Standardisierung erforderlich.

Statt dessen wurde hier behelfsmäßig der einfachere Weg gewählt, daß bei jedem Vergleich ein bestimmtes, nach sachlichen Erwägungen gewähltes Alter einheitlich für alle drei Gruppen verwendet wurde. Die Werte der abhängigen Variablen in allen Gruppen für dieses Vergleichsalter wurde aus den betreffenden Regressionsgleichungen berechnet.

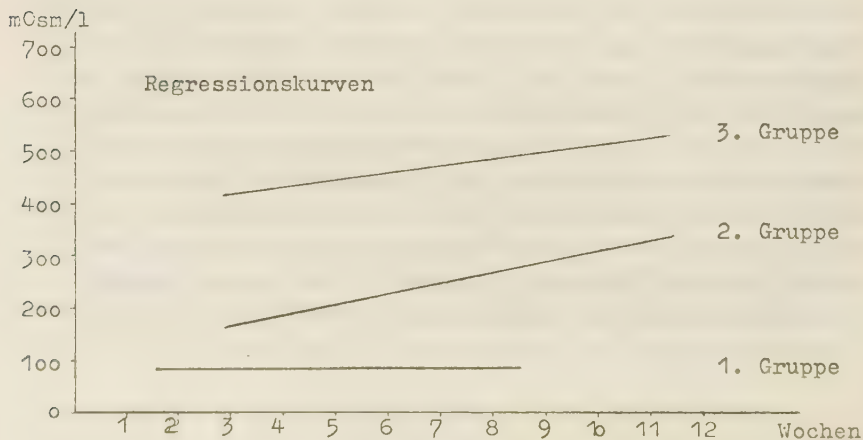
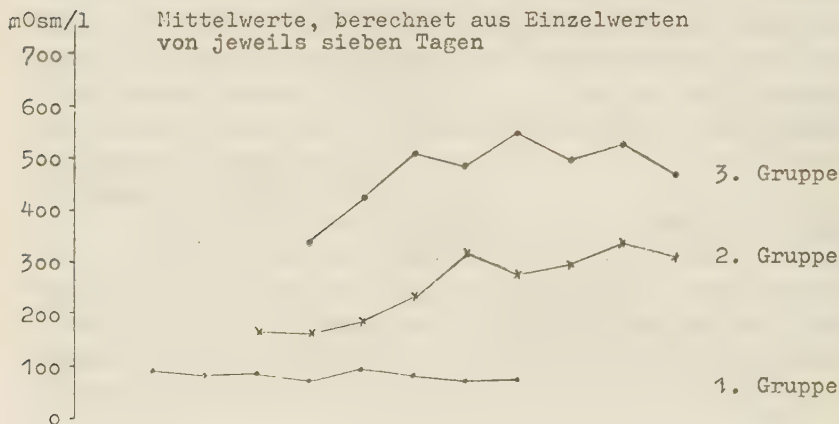
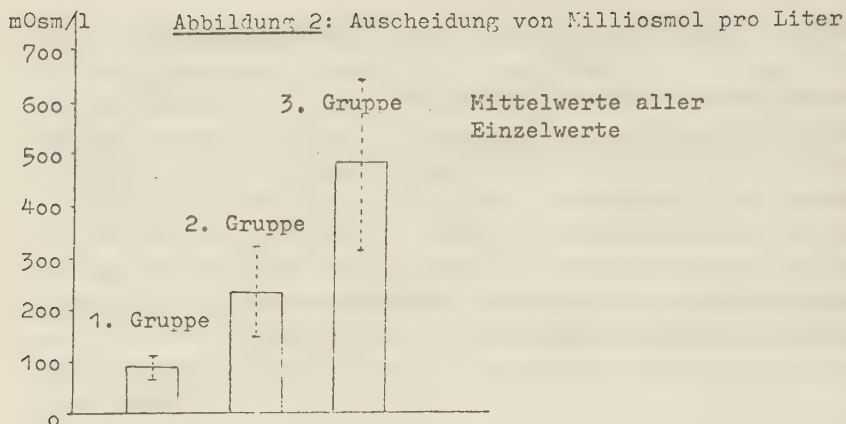
Ergebnisse

Die Ausscheidung von Milliosmol im 24-Stundenurin beträgt im Mittel bei der ersten Gruppe $16,9 \pm 6,5$ mOsm/d, bei der zweiten $47,8 \pm$ mOsm/d und bei der dritten $70,3 \pm 25,5$ mOsm/d. Da die Einzelwerte jedoch eine Altersabhängigkeit zeigen, wurden zur Darstellung in der Abbildung 1, ebenso wie in den Abbildungen 2 und 3 Mittelwerte von Gruppen angegeben, die aus Einzelwerten von jeweils 7 Tagen gebildet wurden. Danach steigt die Milliosmolausscheidung bei den Säuglingen der Gruppe 1 von 12 mOsm/d nach der 2. Woche langsam auf etwa 25 mOsm/d in der 7. Woche. Dieses Niveau wird bis zur 9. Woche beibe-

halten. Bei den Säuglingen der Gruppe 2 steigt die Ausscheidung von 35 mOsm/d nach der 3. Woche gleichmäßig auf etwa 70 mOsm/d in der 12. Woche. Die Werte liegen ungefähr doppelt so hoch wie bei der Gruppe 1. In der 3. Gruppe scheiden die Säuglinge in der 5. Woche 49 mOsm/d aus, und erreichen in der 9. Woche 85 mOsm/d. Bis zur 12. Woche steigert sich die Ausscheidung nicht mehr. Sie liegt ungefähr um ein Drittel höher als in der 2. Gruppe. Wegen des ohnehin ziemlich linearen Verlaufes wurde auf eine Berechnung des Regressionskoeffizienten verzichtet.



Die Konzentration der osmotisch wirksamen Substanzen im Harn ist in der Abbildung 2 dargestellt. Sie beträgt bei der 1. Gruppe im Mittel $85,7 \pm 18,1$ mOsm/l, $232,4 \pm 86,4$ mOsm/l bei der 2. und $479,4 \pm 160,5$ mOsm/l bei der 3. Gruppe. Bei den Säuglingen der 1. Gruppe schwankt die Osmolarität im Harn zwischen 95 mOsm/l in der 2. und 75 mOsm/l in der 9. Woche. Der Korrelationskoeffizient von nur 0,054 ist so klein, daß keine steigende oder fallende Tendenz einer Regression zu sichern ist. Dagegen steigt die Osmolarität in den Gruppen 2 und 3 an: bei der 2. Gruppe von 160 mOsm/l in der 4. auf



360 mOsm/l in der 8. Woche, um dann zwischen 280 und 340 mOsm/l zu schwanken, und in der 3. Gruppe von 340 mOsm/l in der 5. Woche auf 500 mOsm/l in der 7. Woche. Bis zur 12. Woche schwanken die Werte zwischen 470 und 540 mOsm/l. Bei den mit Stutenmilch ernährten Säuglingen besteht mit einem Korrelationskoeffizienten von $+ 0,676$ eine straffe Beziehung zwischen dem Alter und der Harnosmolarität. Das Vorzeichen der Regression ist signifikant. In der Gruppe 3 besteht nur eine schwache Korrelation mit einem Koeffizienten von $+ 0,172$. Die steigende Tendenz der Regressionsgeraden ist nur gering und nicht signifikant.

Das Harnvolumen wird als Prozentsatz der zugeführten Nahrungsmenge in Abbildung 3 dargestellt. Die Mittelwerte betragen bei der 1. Gruppe $32 \pm 9,3 \%$, bei der 2. $34,5 \pm 9,08 \%$ und bei der 3. Gruppe $24,6 \pm 5,9 \%$. Die Harnmenge steigt bei den Säuglingen der Gruppe 1 von 25 % auf 36 bis 40 %. Bei der Gruppe 2 sinkt der Prozentsatz von über 40 % auf 26 bis 30 %. In der Gruppe 3 fällt die Harnmenge von 28 % auf 23 bis 25 %. Der Korrelationskoeffizient von 0,07 in der Gruppe 3 bei einer nicht signifikanten Regression zeigt, daß wir weder eine fallende noch eine steigende Tendenz der Regression sichern können. Dagegen hat die Regressionsgerade der Gruppe 2 eine signifikant fallende Tendenz, die Korrelation ist mit einem Koeffizienten von 0,483 deutlich negativ. Eine ungefähr gleichhohe Korrelation, aber mit positivem Vorzeichen, sowie eine signifikant steigende Regressionsgerade weist die Gruppe 1 auf. Die Regression dieser beiden Gruppen ist in ihrem absolutem Wert gleich groß, jedoch mit verschiedenen Vorzeichen. Die Differenz beider Korrelationskoeffizienten ist nicht signifikant.

Die Unterschiede der arithmetischen Mittel aller Einzelwerte der drei Gruppen untereinander sind sowohl bei der Harnosmolarität als auch dem Harnvolumen nicht signifikant. Vergleicht man jedoch die Differenz der Mittelwerte, berechnet aus den Regressionsgleichungen, in den einzelnen Altersklassen, so ändert sich diese entsprechend den steigenden oder fallenden Tendenzen der Regressionsgeraden. In der Tabelle 1 ist die Wahrscheinlichkeit P für das Alter von 42 Tagen angegeben.

Tabelle 1

Ergebnisse der statistischen Berechnung
Harnausscheidung 1. % der Nahrungsaufnahme

	<u>Frauen- milch</u>	<u>Stuten- milch</u>	<u>2/3 Milch</u>
n	35	36	40
$\bar{y}$	31,96	34,52	24,60
r_{xy}	+ 0,446	- 0,483	- 0,07
b_{yx}	+ 0,227	- 0,227	- 0,028
$s_{b_{yx}}$	± 0,095	± 0,069	± 0,036
t	0,922	4,7	
P	0,005	0,001	

Harnosmolarität

	<u>Frauen- milch</u>	<u>Stuten- milch</u>	<u>2/3 Milch</u>
n	34	36	40
$\bar{y}$	85,66	232,39	479,35
r_{xy}	+ 0,054	+ 0,676	+ 0,172
b_{yx}		+ 3,08	+ 0,191
$s_{b_{yx}}$		± 0,56	± 1,73
t	10,39	8,58	
P	0,001	0,001	

Diskussion der Ergebnisse

In Abbildung 1,2 und 3 tritt die unterschiedliche Wirkung der verschiedenen Milcharten auf die Nierenkonzentration deutlich hervor. Die Säuglinge, die mit Frauenmilch ernährt werden, scheiden die vermehrt anfallenden mOsm/ die bei gleichbleibender Osmolarität durch eine Erhöhung des Harnvolumens aus. Im Unterschied dazu sinkt bei den mit Stutenmilch ernährten Säuglingen die Harnmenge nach einem im Vergleich zur ersten Gruppe stärkeren Anstieg der Milliosmolausscheidung, während die Osmolarität zunimmt. Ganz im Gegensatz zu der ersten Gruppe ändert sich bei den mit einer 2/3 Milch ernährten Säuglingen das Harnvolumen nicht, die anwachsende osmolare Ausscheidung wird durch einen Anstieg der Osmolarität bewältigt.

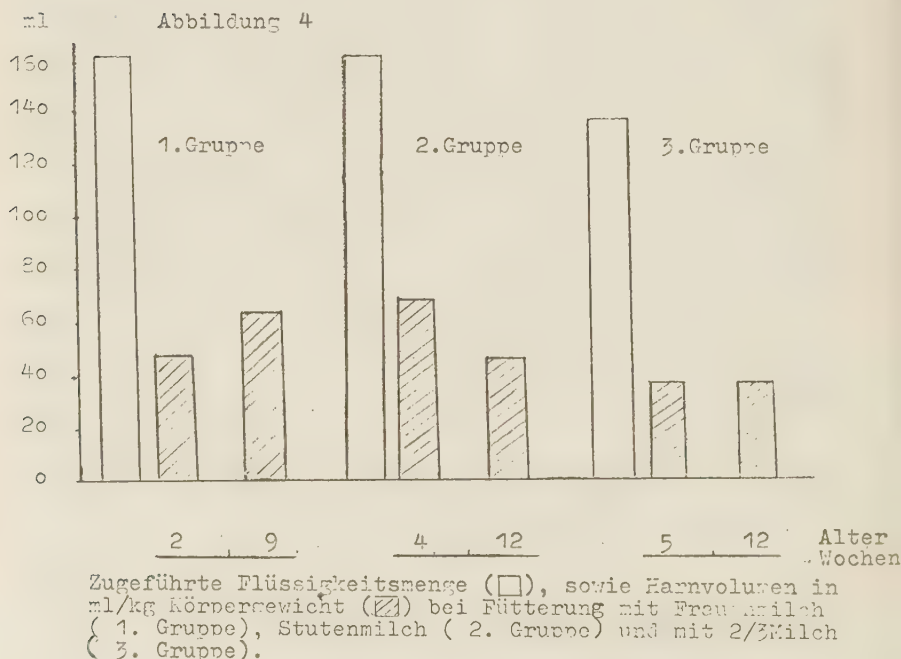
Berücksichtigt man, daß bei der Säuglingsnahrung in den ersten drei Monaten Natrium, Chlor, Kalium und Harnstoff als gelöste Stoffe im Harn vorkommen, so treten Kalzium und Phosphor als im Harn ausgeschiedene Elektrolyte zurück. Nur Phosphor kann etwa 10 % der Harnausscheidung gelöster Stoffe ausmachen. Dagegen ist für die oben genannten Elektrolyte 75-80 % der Harnausscheidung anzusetzen. Kalzium wird in so kleinen Mengen im Harn ausgeschieden, daß man es trotz relativ großen Anteils in der zugeführten Milch (Stuten- und Kuhmilch) vernachlässigen kann. Obgleich Natrium, Chlor und Kalium der Nahrung für das Wachstum verwendet oder durch Stuhl und Haut ausgeschieden werden, darf bei Abzug dieses Anteils der Ausgleich im Harn durch die Ausscheidung von Phosphor, Kreatinin und Ammonium oder Bikarbonat gesehen werden. Bei der hohen Belastung der Niere mit gelösten Stoffen jener Art (Harnstoff, NaCl, Kalium) ist diese Rechnung exakt genug für den praktischen Gebrauch. Dies aber trifft für einen Vergleich zwischen Frauen-, Stuten- und Kuhmilch zu. Die mit diesen Milcharten zugeführten Milliosmolausscheidungen verhalten sich wie 1 : 1,45 : 2,6. Nach Abzug von Calcium und Phosphor, die nur zu 15 bzw. 30 % der zugeführten Menge im Harn ausgeschieden werden, aber fast 50 % der zugeführten Milliosmolausscheidung ausmachen, liegt das Verhältnis bei 1 : 1,1 : 2,0. Die stark unterschiedliche Wirkung

der Nahrungen auf die Osmolarität und das Harnvolumen ist also nur in einem geringen Ausmaß in dem unterschiedlichen Elektrolytgehalt zu sehen, zumal der Natrium- und Kaliumgehalt der Stutenmilch (9 bzw. 75 mg %) nur gering höher ist als der der Frauenmilch (15 bzw. 55 mg %) (19).

Die Säuglinge erhielten durchschnittlich mit der Frauenmilch 2,2 g Eiweiß/kg Körpergewicht, mit der Stutenmilch 3,2 g/kg und mit der 2/3 Milch 4,2 g/kg. Da der Prozentsatz des resorbierten Proteins unabhängig von der Größe des Angebotes jeweils gleich groß ist, ändert sich dieses Verhältnis nicht. Dagegen sinkt die Stickstoffretention unabhängig von der Milchart von 50 % in der Neugeborenenperiode bis auf 20 % am Ende des ersten Trimenon (19). Da Stickstoff größtenteils in Form von Harnstoff ausgeschieden wird, kann dieser sich in ständig wachsendem Maß in der von GAMBLE (26) und anderen beschriebenen Weise an der Konzentration beteiligen. Nach Crawford's (12) Versuchen an Ratten tritt erst eine Erhöhung der $Tm^C H_2O$ durch Harnstoff ein, wenn das Verhältnis von Harnstoff zu anderen osmotisch aktiven Substanzen im Harn zwischen 0,3 und 0,5 liegt. Bei Säuglingen vermag Harnstoff erst dann Flüssigkeit einzusparen, wenn das Verhältnis von Harnstoff zu anderen osmotisch aktiven Substanzen 0,8 erreicht (17). Es muß also ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Harnstoff zu Nichtharnstoff im Harn bzw. zwischen Protein und Salz in der Nahrung bestehen. So läßt sich erklären, daß in der ersten Gruppe die zunehmende Harnstoffausscheidung bei gleichbleibender Osmolarität ein größeres Flüssigkeitsvolumen erfordert, da anscheinend das entsprechende Verhältnis von Harnstoff zu anderen osmotisch aktiven Substanzen nicht erreicht wird. Bei der dritten Gruppe mit einer eiweißreichen Nahrung fällt die Erhöhung der Osmolarität auf das 4-6fache gegenüber der Frauenmilch auf. Nach den Versuchen von DRESCHER dürfen wir bei der hohen Zufuhr von Eiweiß mit einem Verhältnis von Harnstoff zu Nichtharnstoff im Harn von über 0,8 rechnen und führen darauf in erster Linie die geringe Flüssigkeitsausscheidung zurück. Dies nehmen wir auch für die älteren mit Stutenmilch ernährten Säuglinge an und erklären damit den Anstieg der Osmolarität mit einer Verminderung des Harnvolumens in

der zweiten Gruppe. Bei diesen Überlegungen darf die um nur 12 % geringere Flüssigkeitszufuhr bei der dritten Gruppe vernachlässigt werden, da erst eine Verminderung um 70 % zu einer Änderung der Wasserbilanz führt (17).

Unter normalen Bedingungen ist die für die extrarenale Ausscheidung zur Verfügung stehende Flüssigkeitsmenge bei den drei Nahrungen etwa gleich groß (Abb. 4). Wichtig ist die Frage, wieviel Flüssigkeit bei einem extrem hohen, extrarenalen Wasserverlust durch eine maximale Nierenkonzentration eingespart werden kann. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die mit einer geringen Eiweißmenge ernährten Säuglinge bis zu 700 mOsm/l, die mit einer hohen Eiweißmenge ernährten dagegen bis zu 900 mOsm/l konzentrieren können (20).



Nach unseren Ergebnissen gehören zu den ersteren die Säuglinge der ersten Gruppe sowie die jungen stutenmilchernährten Säuglinge, während die älteren Säuglinge der zweiten Gruppe sowie die der dritten die höhere Konzentration erreichen können. Bei einer angenommenen Höchstkonzentration von 700 bzw. 900 mOsm/l können die Säuglinge der ersten Gruppe 155 ml zur Verfügung stellen, die der zweiten 145 ml/kg, wobei das höhere maximale Konzentrationsvermögen der älteren mit Stutenmilch ernährten Säuglinge notwendig ist, um ein gleich geringes Harnvolumen zu erreichen wie die jüngeren. Infolge der schon unter normalen Bedingungen sehr hohen Harnkonzentration können die Säuglinge der dritten Gruppe das Harnvolumen nur noch gering einschränken und durchschnittlich nur 122 ml/kg zur Verfügung stellen. Bei hohem, extrarenalen Wasserverlust sind daher diese Säuglinge stärker gefährdet als die der anderen Gruppen, wobei der Unterschied von 10 ml/kg zwischen den mit Stuten- und den mit Frauenmilch ernährten Säuglingen nur gering ist.

Kehren wir zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen zurück, so ist unter dem Blickwinkel der Nierenentlastung die Stutenmilch einer $2/3$ Kuhmilch vorzuziehen. Die Stutenmilch erinnert ebenso wie die Frauenmilch an die Nierenschonkost des Erwachsenen. Ein minimaler Wasserbedarf kann offenbar nur erzielt werden, wenn der Eiweiß- und Salzgehalt der verabreichten Nahrung niedrig liegen. Bezeichnet man eine Nahrung als optimal, die nicht nur klinisches Gedeihen bewirkt, sondern auch die werdenden Funktionen von Stoffwechsel und Niere schont, so darf nebst der Frauenmilch die Stutenmilch dazu gerechnet werden.

Zusammenfassung

Es wird über die Nierenkonzentrationsarbeit, gemessen an der Harnosmolarität und dem Harnvolumen von Säuglingen im ersten Trimenon nach Ernährung mit Frauen-, Stuten- und einer 2/3-Milch berichtet.

Die unterschiedliche Wirkung der Nahrungen auf die Osmolarität und das Volumen des Harnes wird vor allem auf den unterschiedlichen Eiweißgehalt der Nahrungen zurückgeführt.

Nach diesen Ergebnissen ist die Stutenmilch hinsichtlich ihres Eiweiß- und Salzgehaltes auch für junge Säuglinge als Nahrung geeignet.

Literaturverzeichnis

1. Abbrecht, P.H. and R.L. Malvin
Effects of GFR and renal plasma flow on urine osmolarity.
Amer. J. Physiol. 201, 754 (1961)
2. Adam, A.
Biologische Daten für den Kinderarzt.
Herausgegeben von J. Brock.
2. Auflage, Springer Verlag,
Berlin, Heidelberg, Göttingen
1954
3. Ames, R.G.
Urinary water excretion and neurohypophyseal function in full term and premature infants shortly after birth.
Pediatrics 12, 272 (1953)
4. Barnett, H.L., K. Hare, H. Mc Namara and R. Hare
Measurement of glomerular filtration rate in premature infants.
J. Clin. Invest. 27, 691 (1948)
5. Barnett, H.L.
Kidney function in young infants.
Pediatrics 5, 171 (1950)
6. Barnett, H.L., Vesterdal, J., H. Mc Namara and H.D. Lauson
Renal water excretion in premature infants.
J. Clin. Invest. 31, 1069 (1952)
7. Barnett, H.L. and J. Vesterdal
The physiology and clinical significance of immaturity of kidney function in young infants.
J. Pediatrics 42, 99 (1953)
8. Berliner, R.W., N.G. Levinsky, D.G. Davidson and M. Eden
Dilution and concentration of the urine and the action of anti-diuretic hormone.
Amer. J. Med. 24, 730 (1958)
9. Bray, G.A. and A.S. Preston
Effect of urea on urine concentration in the rat.
J. Clin. Invest. 40, 1952 (1961)
10. Calcagno, P.L., M.I. Rubin and D.H. Weintraub
Studies on the renal concentration and diluting mechanism in the premature infant.
J. Clin. Invest. 33, 91 (1954)
11. Clapp, J.R.
Renal tubular reabsorption of urea in normal and protein depleted rats
Am. J. Physiol. 210, 1404 (1966)

12. Crawford, J.D.,
A.P. Doyle and
J.H. Probst Service of urea in renal water
conservation.
Amer. J. Physiol. 196, 545 (1959)
13. Dean, R.F.A. and
R.A. Mc Cance Inuline, Diodene, Creatinine and
urea clearances in newborn in-
fants.
J. Physiol. 106, 431 (1947)
14. Dean, R.F.A. and
R.A. Mc Cance The renal response of infants
and adults to the administra-
tion of hypertonic solutions of
sodium chloride and urea.
J. Physiol. 109, 81 (1949)
15. De Wardener, H.E. and
A.J. Herxheimer The effect of a high water in-
take on the kidney's ability
to concentrate the urine in man.
J. Physiol. 139, 42 (1957)
16. Dicker, S.E. and
H. Heller The mechanism of water diuresis
in adult and newborn guinea -
pigs.
J. Physiol. 112, 149 (1951)
17. Drescher, A.N.,
H.L. Barnett and
V. Troupkou Water balance in infants during
water deprivation.
Amer. J. Dis. Child. 104, 366
(1962)
18. Droese, W. und
H. Stolley Die funktionelle Unreife der
Säuglingsniere als begrenzender
Faktor der künstlichen Ernährung.
Mchr. Kinderhk. 106, 104 (1958)
19. Droese, W. und
H. Stolley Ernährungsphysiologische Be-
trachtungen über die Milch ver-
schiedener Säugetiere und die
Möglichkeit einer Veränderung
der Kuhmilch für die Bedürf-
nisse der menschlichen Säug-
linge.
Münch. Med. Wschr. 102, 45 (1960)
20. Edelmann, C.A. and
H.L. Barnett Role of kidney in watermeta-
bolism in young infants.
J. Pediatr. 56, 154 (1960)
21. Edelmann, C.A.,
H.L. Barnett and
V. Troupkou Renal concentrating mechanism
in young infants.
J. Clin. Invest. 30, 1069 (1960)
22. Epstein, F.H.,
C.R. Kleemann and
A. Hendrikx The influence of bodily hydration
on the renal concentrating pro-
cess.
J. Clin. Invest. 36, 629 (1957)

23. Epstein, F.H.,
C.R. Kleemann,
S. Pinsel and
A. Hendrickx The effect of feeding protein
and urea on the renal concen-
trating process.
J. Clin. Invest. 36, 635 (1957)
24. Freudenberg, E. Über die Säuglingsernährung mit
Stutenmilch.
Ann. Paed. 166, 338 (1946)
171, 49 (1948)
25. Friedberg, V. und
R. Jung Die Nierenfunktion bei Neuge-
borenen.
Ärztl. Forschg. 11, 306 (1957)
26. Gamble, J.L.,
E.F. Mc Khann,
A.M. Buller and
E. Tuthill An economy of water in renal
function referable to urea.
Amer. J. Physiol. 109, 139 (1934)
27. Gottschalk, E.W.,
W.E. Lassiter,
M. Myolle,
K.J. Ullrich,
B. Schmidt-Nielsen and
G. Pehling Micropuncture study of compo-
sition of loop of Henle fluid
in desert rodent.
Am. J. Physiol. 204, 532 (1963)
28. Harnack, v. G.A. Frühgeborenenernährung, Unter-
suchung über den Einfluß unter-
schiedlicher Eiweißzufuhr.
Mschr. Kinderhk. 111, 388 (1963)
29. Heller, H. and
E.J. Zaimis The antidiuretic and oxytocic
hormones in the posterior pi-
tuitary glands of newborn in-
fants and adults.
J. Physiol. 109, 162 (1949)
30. Hendrickx, A. and
F.H. Epstein Effect of feeding protein and
urea on renal concentrating
ability in the rat.
Amer. J. Physiol. 195, 539 (1958)
31. Jaenike, J.R. Urea enhancement of water re-
absorption in renal medullar.
Amer. J. Physiol. 199, 1205 (1960)
32. Kalliala, H.,
E. Seleste and
L. Hallmann On the use of mare's milk in
infant feeding.
Acta. paediatr. 40, 94 (1951)
33. Kellogg, R.H. and
T.L. Koike Difference between Mannitol and
urea diuresis in the rat.
Amer. J. Physiol. 183, 633 (1955)
34. Klümper, J.D.,
K.J. Ullrich und
H.H. Hilger Das Verhalten des Harnstoffes in
den Sammelrohren der Säugetiere.
Pflügers Arch. Ges. Physiol.
267, 238 (1958)

35. Lassiter, W.E.,
C.W. Gottschalk and
M. Mylle
Micropuncture study of net-
transtubular movement of water
and urea in nondiuretic mamma-
lian kidney.
Amer. J. Physiol. 200, 1139
(1961)
36. Lassiter, W.E.,
M. Mylle and
E.W. Gottschalk
Nett transtubular movement of
water and urea in saline diu-
resis.
Am. J. Physiol. 206, 669 (1964)
37. Levinsky, N.G. and
R.W. Berliner
The role of urea in the urine
concentrating mechanism.
J. Clin. Invest. 38, 741 (1959)
38. Peter, K.
Untersuchungen über Bau und Ent-
wicklung der Niere.
2. Auflage Fischer Verlag,
Jena 1927
39. Rabinowitz, L. and
R.H. Kellogg
Enhancement of renal concen-
trating ability in the dog by
urea and related compounds.
Am. J. Physiol. 205, 112 (1963)
40. Rodeck, H.
Die Entwicklung der neurosekre-
torischen Regulation des Wasser-
haushaltes beim Säugling.
Mschr. Kinderhk. 106, 87 (1958)
41. Rona, R.
Praktikum der physiologischen
Chemie. II. Teil.
Springer Verlag, Berlin, Heidel-
berg, Göttingen 1929
42. Rubini, M.E.,
W.B. Blythe and
W.H. Meroncey
Effect of the type of urinary
solute on the process of urine
concentration.
J. Clin. Invest. 36, 926 (1957)
43. Schmidt-Nielsen, B.
Urea excretion in mammals.
Physiol. Rev. 38, 139 (1958)
44. Schmidt-Nielsen, B. and
R.O. Dell
Effect of diet of distribution
of urea and electrolytes in
kidneys of sheep.
Amer. J. Physiol. 197, 856 (1959)
45. Schmidt-Nielsen, B. and
R.O. Dell
Structure and concentrating me-
chanism in the mammalian kidney.
Amer. J. Physiol. 200, 1119 (1961)
46. Truniger, B. and
B. Schmidt-Nielsen
Intrarenal distribution of urea
and related compounds: effect of
nitrogen intake.
Am. J. Physiol. 207, 971 (1964)

47. Ullrich, K.J. und
K.H. Jarausch
Untersuchungen zum Problem der
Harnkonzentrierung und Harn-
verdünnung.
Arch. Physiol. 262, 537 (1956)
48. Ullrich, K.J.
Das Gegenstromsystem in der Niere.
Med. Welt 1, I (1962)
49. Ullrich, K.J.,
B. Schmidt-Nielsen,
R.O'Dell,
G. Pehling,
C.W. Gottschalk,
W.E. Lassiter and
M. Mylle
Micropuncture study of compo-
sition of proximal and distal
tubular fluid in rat kidney
Am. J. Physiol. 204, 527 (1963)
50. Vesterdal, J.
The renal excretion of water and
osmotically active substances in
young infants.
Helvet. paediatr. acta 10, 167
(1955)
51. West, J.R.,
H.W. Smith and
H. Chasis
Glomerular filtration rate,
effective renal blood flow,
and maximal tubular excretory
capacity in infancy.
J. Pediatr. 32, 10 (1948)
52. Wiesener, H.
Untersuchung zur Verwendung von
Stutenmilch in der Säuglingser-
nährung.
Berl. Med. 14, 589 (1963)
53. Wiesener, H. und
M. Knobling
Untersuchungen zur Wertigkeit
der künstlichen Säuglings-
nahrung.
Med. u. Ern. 7, 57 (1966)
54. Wirz, H.,
B. Hargitay und
W. Kuhn
Lokalisation des Konzentrations-
prozesses in der Niere durch
direkte Kryoskopie.
Helvet. physiol. pharmacol. acta
9, 196 (1951)
55. Wirz, H.
Der osmotische Druck des Blutes
in der Nierenpapille.
Helvet. physiol. pharmacol. acta
11, 20 (1953)

Tabelle 2

Harnausscheidung und Harnosmolarität

Frauenmilch

Alter in Tagen	ml Frauen- milch	ml Harn	mOsm/l	mOsm/ die	Aussch. in % d.Zufuhr
10	450	86	131,8	11,32	19,1
11	600	150	78,0	11,70	25,0
14	435	135	70,0	9,50	31,0
15	600	149	51,1	7,61	24,8
15	660	190	67,3	12,80	28,8
16	630	158	99,5	15,80	25,1
18	660	206	86,0	17,75	31,2
20	450	97	83,4	8,10	21,6
20	540	108	105,0	11,70	20,0
21	500	131	75,3	9,90	26,2
22	620	254	123,8	31,93	41,0
22	660	145	69,9	10,20	22,0
23	660	255	102,1	23,00	43,2
25	690	154	65,5	10,00	22,3
27	600	247	86,1	21,30	41,1
27	500	218	78,0	17,00	43,6
28	700	96	102,1	10,10	14,0
29	550	229	78,0	17,80	41,6
30	620	220	88,6	19,30	35,5
30	570	214	61,8	9,60	21,3
32	700	149	64,5	15,30	37,6
37	600	178	86,0	17,70	29,7
37	500	173	102,1	13,20	34,6
39	750	230	102,1	23,60	30,7
41	500	148	88,9	14,10	29,6
44	660	200	67,2	13,80	30,3
45	550	251	91,5	22,90	41,6
46	750	307	96,6	29,70	41,0
49	550	250	86,0	21,50	45,5
52	740	146	118,2	17,30	19,7
53	800	368	94,0	34,60	46,0
53	570	267	80,6	21,60	46,9
56	600	200	88,7	17,70	33,4
58	760	319	72,6	23,20	42,0
64	780	246	75,5	18,60	31,6

Tabelle 3

Stutenmilch

Alter	ml Stuten- milch	ml Harn	mOsm/l	mOsm/ die	Aussch. i.% d. Zufuhr
22	450	240	129,0	31,0	53,5
22	460	224	172,0	38,5	48,7
24	600	212	183,0	38,8	35,4
25	480	238	150,5	35,8	49,6
26	500	195	172,0	33,4	39,0
28	600	214	200,2	42,8	35,7
29	480	212	131,6	27,8	44,2
29	450	182	129,0	23,5	40,5
31	625	222	210,0	46,6	35,5
32	480	200	96,8	17,3	41,7
32	720	220	215,0	47,3	30,5
33	480	220	134,5	29,6	45,8
35	720	229	231,5	53,0	31,8
35	650	174	182,7	31,8	26,8
38	450	190	139,8	27,2	42,6
40	720	220	231,0	50,9	30,3
43	600	206	172,0	35,9	34,4
47	600	162	285,0	46,2	27,0
49	540	109	255,5	53,2	38,8
49	600	225	215,0	48,4	37,5
50	660	143	452,0	64,1	21,7
53	640	136	366,0	49,8	21,2
53	650	170	220,5	38,5	26,2
56	650	223	236,5	52,8	34,4
58	660	195	296,0	57,6	29,6
59	650	250	289,5	57,0	38,5
62	700	200	252,5	56,5	28,6
65	700	243	231,0	56,2	34,7
66	900	250	312,0	75,0	27,8
68	700	199	234,9	43,8	28,5
71	600	303	236,3	71,6	50,5
72	880	178	435,0	77,5	20,3
76	880	177	333,5	59,0	20,1
78	660	250	274,0	68,0	38,0
85	650	150	392,5	58,5	23,1
85	960	300	255,0	76,5	31,2

Tabelle 4

2/3 Milch

Alter	ml 2/3 Milch	ml Harn	mOsm/l	mOsm/ die	Aussch. i. % d. Zufuhr
32	500	115	356,5	41,1	23,0
34	500	165	322,5	53,2	33,0
36	720	225	344,0	77,5	30,8
36	550	160	338,5	54,1	29,2
40	750	100	510,0	51,0	13,4
40	450	150	479,10	71,9	33,4
41	550	114	393,3	44,8	20,7
42	600	140	452,0	63,3	23,4
43	500	120	338,5	40,8	24,0
44	550	150	433,0	64,7	27,3
45	660	142	409,0	58,0	21,5
46	750	120	920,0	110,1	16,0
47	470	170	588,5	100,2	36,2
47	600	156	425,0	66,3	26,0
48	550	115	317,4	36,5	20,9
50	500	125	454,5	56,8	25,0
51	550	115	368,0	42,4	16,7
51	600	110	699,0	75,9	18,4
51	660	116	554,0	64,2	17,6
52	750	132	694,0	91,6	17,6
54	550	177	317,0	56,2	32,2
54	650	200	451,0	90,8	30,8
55	550	120	349,0	40,6	21,8
57	750	176	511,0	90,0	23,5
58	750	120	868,0	104,2	16,0
58	600	148	570,0	84,4	25,0
60	670	228	107,0	24,6	34,0
61	700	176	603,0	90,5	24,2
63	750	181	624,0	106,0	25,2
64	600	161	381,9	113,0	26,9
65	550	150	456,0	61,5	27,2
67	750	145	441,0	68,5	32,7
68	700	148	597,0	108,0	21,2
70	750	153	591,0	88,4	20,4
72	600	126	452,0	56,9	21,0
75	750	194	603,0	117,0	25,9
78	650	132	344,0	49,0	20,3
79	780	271	446,0	121,0	35,2
82	750	127	610,0	94,5	20,7
86	650	155	479,0	74,2	23,8

Herrn Professor Dr. med. H. Wiesener danke ich für die Überlassung des Themas und die freundlich gewährte Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen.

Dem verstorbenen Herrn Professor Dr. med. Dr. phil. K. Freudenberg bin ich zu besonderem Dank verpflichtet für die Hilfe bei der Durchführung der statistischen Auswertung.

Lebenslauf

Am 2. Oktober 1939 wurde ich dem damaligen Privatdozenten für Chirurgie und Oberarzt der Chirurgischen Universitätsklinik Breslau, Dr. med. Paul Blümel und seiner Ehefrau Gertrud geb. Lincke, Ärztin, in Breslau geboren.

1946 wurde ich in Itzehoe/Holstein eingeschult und 1951 auf den humanistischen Zweig des Alten Gymnasiums in Flensburg umgeschult, wo ich im Februar 1959 das Abitur bestand.

Das Studium der Medizin nahm ich zum Sommersemester 1959 an der Universität in Freiburg auf. Dort legte ich Ende des Wintersemesters 1959/60 das Vorphysikum ab. Das Physikum bestand ich Ende des Sommersemesters 1961 an der Universität Erlangen/Nürnberg. Die klinischen Semester studierte ich an der Freien Universität Berlin, wo ich das Studium im März 1965 mit dem medizinischen Staatsexamen beendete.

Nach Beendigung der Ausbildung als Medizinalassistent erhielt ich im Juli 1967 die Bestallung als Arzt. Zur Zeit bin ich als wissenschaftlicher Assistent an dem pathologischen Institut der Freien Universität Berlin tätig.

Lebenslauf

geboren am 1. Oktober 1912 in Berlin, Ostpreußen
Studium der Rechtswissenschaften an der Universität
Berlin, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025

warb sich um die Erlangung des Doktorgrades
an der Universität Berlin, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025

hatte die Erlangung des Doktorgrades
an der Universität Berlin, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025

hatte die Erlangung des Doktorgrades
an der Universität Berlin, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1955, 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025

